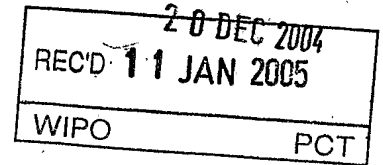


BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**PRIORITY
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung****Aktenzeichen:**

103 56 089.0

Anmeldetag:

01. Dezember 2003

Anmelder/Inhaber:

Siemens Aktiengesellschaft, 80333 München/DE

Bezeichnung:Schaltungsanordnung und Verfahren zum Steuern
eines induktiven Verbrauchers**IPC:**

H 02 H, H 01 H, F 02 N

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**München, den 14. Dezember 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Faust

Beschreibung

Schaltungsanordnung und Verfahren zum Steuern eines induktiven Verbrauchers

5

Die Erfindung betrifft einen Schaltungsanordnung und ein Verfahren zum Steuern eines induktiven Verbrauchers, insbesondere eine Schutzschaltung, die das Einschalten eines Aktors im Fehlerfall verhindert.

10

Elektrische Verbraucher und Stellglieder werden durch elektronische Steuergeräte ein- und ausgeschaltet. In der Automobiltechnik werden elektrische Verbraucher, wie beispielsweise die Erregerspule eines Kraftstoffeinspritzventils oder eines Anlassermotors üblicherweise durch ein Schaltelement betätigt, das in Reihe mit dem Verbraucher geschaltet ist. Dieses Schaltelement ist häufig Teil eines Steuergerätes, das eingangsseitig mit den beiden Polen einer Versorgungsspannungsquelle verbunden ist. Häufig wird nur ein Potenzial der Versorgungsspannungsquelle über das Steuergerät dem Verbraucher zugeführt. Das zweite Potenzial wird in der Automobiltechnik üblicherweise über die Karosserie, die auf Massepotenzial liegt, dem Verbraucher zugeführt.

20

Bei einer Unterbrechung der Masseleitung, die vom negativen Anschluss der Versorgungsspannungsquelle zum Steuergerät führt, kann es bei bestimmten Verbrauchern nicht ausgeschlossen werden, dass der Verbraucher auch ungewollt mit Energie versorgt wird.

30

Speziell bei induktiven Verbrauchern, die die in ihnen gespeicherte Energie nach dem Abschalten über einen Freilaufkreis abbauen müssen, kann es bei einer Masseunterbrechung zu ungewollten Energieversorgung des Verbrauchers kommen.

35

Hierbei können zwei Fälle unterschieden werden, zum einen wird bei eingeschaltetem Schaltelement der Verbraucher auch

weiterhin durch einen vom positiven Potenzial der Versorgungsspannungsquelle über das Schaltelement und den Verbraucher zum externen Masseanschluss fließenden Strom mit Energie versorgt. Zum anderen wird bei ausgeschaltetem Schaltelement die interne Masse des Steuergeräts abhängig von der Beschaffenheit der Steuerelektronik und des elektrischen Verbrauchers in Richtung des positiven Potenzials der Versorgungsspannungsquelle "gezogen". Hierdurch kommt es zu einem Stromfluss vom Pluspol der Versorgungsspannungsquelle über den Freilaufkreis und den nach externer Masse. Problematisch hierbei ist die Gefahr, dass der elektrische Verbraucher aufgrund dieses Stromflusses ungewollt eingeschaltet werden kann. Für das Beispiel des Starterrelais kommt es in diesem Fall zu einem ungewollten Startvorgang, der aus sicherheitstechnischen Gründen unbedingt verhindert werden muss.

Eine bekannte Lösungsmöglichkeit dieses Problems ist es, einen solchen sicherheitskritischen Verbraucher mit einer zweiten Masseleitung zu versehen, so dass der Verbraucher direkt mit der Masse des Steuergeräts elektrisch verbunden ist. Dies erweist sich jedoch bei mehreren Verbrauchern als aufwendig und sehr kostenintensiv.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Schaltungsanordnung und ein Verfahren zum Steuern eines induktiven Verbrauchers zu schaffen, die auch im Fehlerfall ein Einschalten des induktiven Verbrauchers verhindert.

Die Aufgabe wird durch eine Schaltungsanordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und durch ein Verfahren mit Merkmalen des Anspruchs 5 gelöst.

Die Schaltungsanordnung weist einen ersten und einen zweiten Eingang sowie einen Ausgang auf. Der erste Eingang ist mit einem ersten Potenzial einer Versorgungsspannungsquelle und der zweite Eingang mit einem zweiten Potenzial der Versorgungsspannungsquelle elektrisch verbunden. Der Verbraucher

- 75 ist einerseits mit dem Ausgang und andererseits mit dem zweiten Potenzial der Versorgungsspannungsquelle verbunden.

Im hier vorliegenden Fall besteht somit keine direkte Verbindung zwischen dem der Schaltungsanordnung zugeführten zweiten
80 Potenzial und dem Verbraucher. Die Schaltungsanordnung weist weiter einen ersten durch ein Signal steuerbaren Schalter zum Ein- und Ausschalten des Verbrauchers auf, der einerseits mit dem ersten Eingang und andererseits mit dem Ausgang der Schaltungsanordnung verbunden ist. Bei eingeschaltetem Schal-
85 ter fließt im Normalbetrieb ein Strom vom ersten Potenzial der Versorgungsspannungsquelle über den steuerbaren Schalter und den Verbraucher zum zweiten Potenzial der Versorgungs-
spannungsquelle.

- 90 Weiter weist die Schaltungsanordnung einen Freilaufkreis auf, der einerseits mit dem zweiten Eingang und andererseits mit dem Ausgang der Schaltungsanordnung verbunden ist und einen zweiten Schalter aufweist. Wird der Verbraucher durch Aus-
schalten des ersten Schalters abgeschaltet, so entlädt sich
95 die im Verbraucher gespeicherte Energie über diesen Freilaufkreis. Hierzu ist der zweite Schalter geschlossen.

Eine Überwachungseinheit überwacht ein Potenzial im Freilaufkreis und öffnet oder schließt den zweiten Schalter in Abhän-
100 gigkeit von diesem Potenzial. Der zweite Schalter wird hierbei vorzugsweise so angesteuert, dass der Freilaufkreis während der Ausschaltphase des Verbrauchers eingeschaltet ist und dann, wenn der Freilaufkreis nicht benötigt wird, ausgeschaltet ist.

105

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unter-
ansprüchen beschrieben.

- Vorzugsweise schaltet die Überwachungseinheit den zweiten
110 Schalter beim Unterschreiten oder Überschreiten eines vorbestimmten Spannungsschwellwerts aus oder ein. Auf diese Weise

wird erreicht, dass im Fehlerfall, d. h. bei einem Masseverlust der Schaltungsanordnung, der Verbraucher nicht versehentlich eingeschaltet wird.

115

In einer bevorzugten Ausführungsform weist die Überwachungseinheit ein Zeitverzögerungsglied auf, das nach Unter- oder Überschreiten des vorbestimmten Spannungsschwellwerts den zweiten Schalter nach einer vorbestimmten Zeitdauer ausschaltet. So wird sicher gestellt, dass die im induktiven Verbraucher gespeicherte Energie in dieser Zeitspanne über den Freilaufkreis entladen wird. Nach diesem Entladevorgang bleibt der Freilaufkreis vorzugsweise durch den geöffneten zweiten Schalter unterbrochen und ein Stromfluss über diesen Freilaufkreis zum Verbraucher hin wird verhindert.

120

25

Um im Fehlerfall ein Wiedereinschalten der Last durch Einschalten des ersten Schalters auszuschließen, weist die Schaltungsanordnung vorzugsweise eine Verknüpfungseinheit auf, die ein Einschalten des Verbrauchers nur dann möglich macht, wenn ein unbeabsichtigtes Einschalten bei einem Fehlerfall ausgeschlossen ist. Vorzugsweise dann, wenn der erste Schalter zunächst ein Ausschalt- und anschließend ein Einschaltsignal erhalten hat und/ oder die Überwachungseinheit den zweiten Schalter eingeschaltet hat.

130

135

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Beschreibung und der Figuren eines bevorzugten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

140

Figur 1 ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung,

Figur 2 ein Ablaufdiagramm, das die Schritte eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens wiedergibt, und

145

Figur 3 ein Ausführungsbeispiel eines Zeitverzögerungsglieds und einer Verknüpfungseinheit.

Figur 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel einer Schaltungsanordnung zum Steuern eines induktiven Verbrauchers 5. Der Verbraucher 5 wird hier ersatzweise als Serienschaltung einer Induktivität L und eines Widerstands R beschrieben.

Die Schaltungsanordnung weist einen ersten Eingang 1 und einen zweiten Eingang 2 auf, die jeweils mit einem Potenzial einer Versorgungsspannungsquelle, hier einem Akkumulator 6, elektrisch verbunden sind. Hier ist der erste Anschluss 1 mit dem positiven Pol + des Akkumulator 6 und der zweite Eingang 2 mit dem negativen Pol - des Akkumulator 6 elektrisch verbunden. Die im Steuergerät zwischen den Eingängen 1 und 2 angeordnete Elektronik wird hier als Ersatzwiderstand 7 wiedergegeben. Der Ersatzwiderstand 7 entspricht einer Parallelschaltung aller direkt oder indirekt vom Akkumulator 6 versorgten Bauelemente.

Die Schaltungsanordnung weist weiter einen ersten Schalter S1 auf, der einerseits mit dem ersten Eingang 1 und andererseits mit einem Ausgang 3 elektrisch verbunden ist. Der Verbraucher 5 ist einerseits mit dem Ausgang 3 und andererseits mit Masse GND₂ elektrisch verbunden.

Im hier dargestellten Ausführungsbeispiel existiert keine direkte Verbindung zwischen der internen Masse der Schaltungsanordnung GND₁ und der Masse GND₂ des Verbrauchers 5. Im Bereich der Automobiltechnik wird als Masseverbindung üblicherweise die Karosserie des Kraftfahrzeugs verwendet.

Um nach dem Abschalten des Verbrauchers (wird hier durch das Öffnen des Schalters S1 erreicht) die in der Induktivität L gespeicherte Energie E abzubauen und somit ein Ausschalten des Verbrauchers 5 zu realisieren, ist zwischen dem zweiten Eingang 2 und dem Ausgang 3 ein Freilaufkreis FLK angeordnet. Dieser Freilaufkreis FLK weist hier eine Serienschaltung eines zweiten Schalters S2 und einer Diode D_F auf. Ist der zweite Schalter S2 geschlossen, so fließt nach dem Ausschalt-

ten des ersten Schalters S_1 für einen begrenzten Zeitraum t_{entlade} ein Strom I vom Verbraucher 5 über die Diode D_F und den Schalter S_2 .

- 190 Der Entladezeitraum t_{entlade} ist abhängig von der in der Induktivität L des Verbrauchers 5 gespeicherten Energie E :

$$E = \frac{1}{2} L \cdot I^2$$

- 195 Beim Laden der Induktivität L nimmt die Stromstärke I zunächst linear zu und nähert sich dem konstanten Endwert I_0 an:

$$I_0 = \frac{U_A}{R}$$

ein.

- 200 Die Entladezeit t_{entlade} der Spule L lässt sich aus der Gleichung

$$I = I_0 \cdot e^{-\frac{R}{L} t}$$

ableiten.

- 205 Der hier als sogenannter "Highside"-Schalter ausgeführte erste Schalter S_1 kann auch als "Lowside"-Schalter ausgeführt sein. Als Folge dessen ändern sich lediglich die Verbindung der Anschlüsse 1 und 2 mit den Polen des Akkumulators 6 und die Durchflussrichtung der Freilaufdiode D_F . Der Verbraucher 5 wäre dann mit ihrem dem Ausgang 3 abgewandten Anschluss mit dem positiven Potenzial + des Akkumulators 6 elektrisch verbunden.

- 215 Der erste Schalter S_1 und der zweite Schalter S_2 sind als steuerbare elektrische Schalter, beispielsweise als Leistungs-MOS Feldeffekttransistoren (MOSFETS) oder als Insulated-Gate-Bipolar-Transistoren (IGBT's) ausgebildet. Die Steueranschlüsse dieser Schalter S_1 , S_2 werden von einer Steuerschaltung 8 angesteuert. Dabei ist der erste Schalter 220 S_1 über eine erste Steuerleitung UST1 und der zweite Schalter

S2 über eine zweite Steuerleitung UST2 mit der Steuerschaltung 8 elektrisch verbunden.

Die Steuerschaltung 8 weist eine Verknüpfungseinheit 9, einen
225 Mikrocontroller 10, eine Versorgungsspannungsüberwachung 11
und ein Zeitverzögerungsglied 12 auf. Die Versorgungsspan-
nungsüberwachung 11 weist zwei Eingänge auf, einen ersten
Eingang UE, der mit dem ersten Eingang 1 der Schaltungsanord-
nung elektrisch verbunden ist, und einen zweiten Eingang UA,
230 der mit dem Ausgang 3 der Schaltungsanordnung elektrisch ver-
bunden ist.

Die Versorgungsspannungsüberwachung 11 weist weiter zwei Aus-
gänge auf. Einer dieser Ausgänge $U_{E, Reset}$ ist mit der Ver-
knüpfungseinheit 9 elektrisch verbunden und der zweite $U_{A,}$
235 $signal$ ist mit Zeitverzögerungsglied 12 elektrisch verbunden.
Der Mikrocontroller 10 weist zumindest einen Ausgang ENA auf,
der mit der Verknüpfungseinheit 9 verbunden ist. Die Verknüp-
fungseinheit 9 ist weiter mit der Steuerleitung UST1 der
240 Steuerschaltung 8 verbunden. Das Zeitverzögerungsglied 12 ist
mit der zweiten Steuerleitung UST2 der Steuerschaltung 8 ver-
bunden.

Solange kein Fehlerfall vorliegt und der erste Schalter S1
245 eingeschaltet ist, fällt über den Verbraucher 5 eine Spannung
 U_A ab, die in etwa der Eingangsspannung U_E entspricht.

Figur 2 zeigt ein Ablaufdiagramm, anhand dessen die zum Be-
trieb des Verbrauchers 5 erforderlichen Verfahrensschritte
250 näher erläutert werden.

Der Beginn des Ablaufs ist mit "Start" gekennzeichnet. Hier
wird zunächst abgefragt, ob der erste Schalter S1 eingeschal-
tet ist (Schritt 101). Anhand dieser Unterscheidung können
255 zwei mögliche Fehlerfälle, nämlich der Masseverlust bei ein-
geschaltetem Verbraucher 5 und der Masseverlust der Schal-

tungsanordnung bei ausgeschaltetem Verbraucher 5 unterschieden werden.

260 Im ersten Fall bei eingeschaltetem ersten Schalter S1 wird im
Schritt 102 überprüft, ob vom Mikroprozessor 10 ein Aus-
schaltssignal vorliegt. In diesem Fall wäre das Einschaltssig-
nal ENA vom Zustand "0" auf den Zustand "1" gesetzt worden
und in Folge dessen wird dann der erste Schalter S1 ausge-
265 schaltet (ENA="1" entspricht hier einem Low-Pegel). Falls es
die Sicherheitsanforderungen an den Verbraucher 5 erforder-
lich machen, wird nach einer vorgegebenen Zeitdauer Δt , wäh-
rend der die in der Induktivität L gespeicherte Energie über
den Freilaufkreis FLK abgebaut wird, auch der zweite Schalter
S2 ausgeschaltet. Somit wäre auch im Falle des dann ausge-
70 schalten Verbrauchers 5 ein versehentliches Einschalten des
Verbrauchers 5 bei einer Unterbrechung der Verbindungsleitung
zwischen dem negativen Anschluss - des Akkumulators 6 und dem
Eingang 2 ausgeschlossen (Schritt 104'). Nach Schritt 104'
275 wird zum Ende des Ablaufdiagramms verzweigt.

Die vorgegebene Zeitdauer Δt wird hier so gewählt, dass nach
Ablauf dieser Zeitdauer Δt die Induktivität L weitestgehend
entladen ist.

280

Die Zeitdauer Δt kann im folgenden Bereich gewählt werden:

$$5 \tau \leq \Delta t \leq 10 \tau \text{ mit } \tau = L/R.$$

285 Wird die Zeitdauer Δt zu groß gewählt, so wäre in einem Feh-
lerfall bereits während dieser Zeitdauer ein Wiedereinschal-
ten möglich. Die Zeitdauer Δt muss von daher so dimensio-
niert werden, wie für den Energieabbau im Verbraucher 5 nö-
tig.

290

Liegt in Schritt 102 weiterhin ein Einschaltssignal ENA des
Mikrocontrollers 10 vor, so wird zum Schritt 103 verzweigt
und dort eine Überprüfung der Ausgangsspannung U_A vorgenom-

men. Im normalen Betriebsfall entspricht die Ausgangsspannung
295 U_A in etwa der Eingangsspannung U_E .

Bei ausgeschaltetem ersten Schalter S1 und/ oder im Falle ei-
nes Masseverlusts, d. h. hier einer Leitungsunterbrechung
zwischen dem negativen Akkumulator 6 und dem zweiten Eingang
300 2, entspricht die Ausgangsspannung U_A in etwa der Durchlass-
spannung der Freilaufdiode D_F . Diese Durchlassspannung ist
vom Typ der Freilaufdiode D_F abhängig und beträgt im hier be-
schriebenen Ausführungsbeispiel in etwa - 0,7 Volt. Abhängig
von dieser Durchlassspannung der Diode D wird ein Spannungs-
305 schwellwert $U_{A, MIN}$ definiert, unterhalb dessen ein Strom im
Freilaufkreis FLK fließt.

Liegt die Ausgangsspannung U_A oberhalb dieses vorbestimmten
Schwellwertes $U_{A, MIN}$ so kann ein Fehlerfall ausgeschlossen
310 werden und es wird zum Ende des Ablaufsdiagramms verzweigt.

Liegt die Ausgangsspannung U_A jedoch unterhalb des vorbe-
stimmten Schwellwerts $U_{A, MIN}$, so ist bei eingeschaltetem ers-
ten Schalter S1 von einer "abgetrennten" Masseverbindung der
315 Schaltungsanordnung auszugehen und es wird nach Schritt 104
verzweigt. Dort wird zunächst der erste Schalter S1 geöffnet,
dann nach der vorbestimmten Zeitdauer Δt , die wie bereits
beschrieben von der Entladezeit $t_{entlade}$ der Induktivität L ab-
hängt, der zweite Schalter S2 geöffnet und somit ein Strom-
20 fluss vom Akkumulator 6 über den Eingang 1, den Ersatzwider-
stand 7, den zweiten Schalter S2, die Diode D und den
Verbraucher 5 unterbrochen. Nach dem Ausschalten des zweiten
Schalters S2 ist somit ein unbeabsichtigtes Einschalten des
Verbrauchers 5 ausgeschlossen und es wird zum Ende des Ab-
325 laufdiagramms verzweigt.

Alternativ kann hier zusätzlich ein Fehlerflag gesetzt wer-
den, über das die Unterbrechung der Masseleitung an ein Steu-
ergerät gemeldet wird.
330

Ist im Schritt 101 der erste Schalter S1 nicht eingeschaltet, so wird nach Schritt 202 verzweigt, in dem überprüft wird ob der zweite Schalter S2 geschlossen ist. Ist der Schalter S2 geschlossen, so wird in Schritt 203 wieder geprüft, ob die
 335 Ausgangsspannung U_A unterhalb des vorbestimmten Schwellwerts $U_{A, MIN}$ liegt. Ist dies der Fall, so wird nach Schritt 204 verzweigt und der Schalter S2 geöffnet und im Anschluss daran zum Ende des Ablaufdiagramms verzweigt. Ist dies nicht der
 340 Fall oder ist die Ausgangsspannung U_A gleich Null, so wird direkt zum Ende des Ablaufdiagramms verzweigt. Alternativ kann der zweite Schalter S2 auch erst nach der vorbestimmten Zeitdauer Δt geöffnet werden.

Ist der Schalter S2 im Schritt 202 geöffnet ($S2=0$), so wird
 345 nach Schritt 203' verzweigt, wo auf ein Wiedereinschaltsignal des Mikrocontrollers 10 gewartet wird. Diese Wiedereinschaltsignal kann beispielsweise ein Zustandswechsel des Einschalt-signal ENA vom Zustand 0 in den Zustand 1 sein. Auf diese Weise wird verhindert, dass nach einem Masseverlust der
 350 Verbraucher unbeabsichtigt wieder eingeschaltet wird.

Das Durchführen des hier beschriebenen Verfahrens kann beispielsweise in Abhängigkeit von einem Betriebszustand des Verbrauchers 5 oder des Mikrocontrollers 10 oder auch durch
 355 ein externes Steuersignal gestartet werden.

Figur 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel des Zeitverzögerungsglieds 12 und der Verknüpfungseinheit 9.

360 Wird der Schalter S1 eingeschaltet, so liegt am Verbraucher 5 eine Spannung U_A an, die in etwa der Eingangsspannung U_E entspricht. Das Zeitverzögerungsglied 12 weist einen vom Schaltelement S1 unabhängigen Stromversorgungseingang 1' auf, der zur Spannungsversorgung der Schaltungsanordnung dient. Zwischen dem Ausgang 3 und diesem Eingang 1' ist eine Reihenschaltung aus einem ersten Widerstand R1, einer in Sperrrichtung geschalteten Diode D1, einem zweiten Widerstand R2 und
 365

370 einem dritten Widerstand R3 angeordnet. Der Schalter S2 ist hier als n-Kanal-MOSFET ausgeführt, wobei sein Drainanschluss mit dem zweiten Eingang 2 und sein Sourceanschluss über die in Flussrichtung geschaltete Freilaufdiode D_F mit dem Ausgang 3 verbunden ist. Der Gateanschluss ist mit dem Mittelabgriff einer Serienschaltung, bestehend aus einem vierten Widerstand R4 und einem ersten Kondensators C1, verbunden, wobei der 375 zweite Anschluss des vierten Widerstands R4 mit dem Mittelabgriff zwischen dem zweiten Widerstand R2 und dem dritten Widerstand R3 verbunden ist. Der zweite Anschluss des Kondensators C1 ist mit dem Sourceanschluss des Schalters S2 verbunden.

80 Ebenfalls mit dem Gateanschluss des Schalters S2 ist der Mittelabgriff zwischen einer zweiten Diode D2 und einem fünften Widerstand R5 verbunden, wobei die zweite Diode D2 parallel zum vierten Widerstand R4 mit ihrer Durchflussrichtung in 385 Richtung des Gateanschlusses des Schalters S2 und der fünfte Widerstand R5 parallel zum ersten Kondensator C1 angeordnet ist.

390 Parallel zum zweiten Widerstand R2 ist die Basis-Emitter-Strecke eines Transistors T1 angeordnet. Im hier dargestellten Ausführungsbeispiel handelt es sich beim Transistor T1 um einen pnp-Transistor. Der Basisanschluss des Transistors T1 ist mit dem Abgriff zwischen dem zweiten Widerstand R2 und der Diode D1 verbunden. Der Emitteranschluss ist mit dem Abgriff zwischen zweitem und dritten Widerstand R2 und R3 verbunden. Der Kollektoranschluss des Transistors T1 ist mit dem dem Ausgang 3 abgewandtem Anschluss der Freilaufdiode D_F verbunden. 395

400 Bei eingeschaltetem Schalter S1 sperrt der Transistor T1 und der Kondensator C1 wird über den dritten Widerstand R3 und die zweite Diode D2 auf die am Eingang 1' anliegende Versorgungsspannung VCC aufgeladen. Infolge dessen wird der Schalter S2 eingeschaltet und damit der Freilaufkreis FLK akti-

405 viert. Die Schaltungsanordnung wird so dimensioniert, dass der Schalter S2 eingeschaltet ist, bevor in der Induktivität L des Verbrauchers 5 eine größere Energiemenge gespeichert wurde.

410 Wird nun der Schalter S1 ausgeschaltet, so fließt aufgrund der in der Induktivität L des Verbrauchers 5 gespeicherten Energie ein Strom durch den aus Schalter S2 und Freilaufdiode D_F gebildeten Freilaufkreis FLK. Über dem Verbraucher 5 fällt nun eine Ausgangsspannung U_A von ca. 0,7 Volt ab. Dies entspricht der Durchlassspannung der Freilaufdiode D_F . Aufgrund dieser Spannung wird der Transistor T1 eingeschaltet und der Kondensator C1 entlädt sich über den Widerstand R4. Ist der Kondensator C1 entladen, so wird der Transistor T2 abgeschaltet. Die Zeitspanne Δt zwischen dem Abschalten des Schalters S1 und dem Abschalten des Schalters S2 wird so gewählt, dass zum Abschaltzeitpunkt des Schalters S2 die in der Induktivität L gespeicherte Energie weitestgehend abgebaut ist.

Bei geöffnetem Schalter S1 und geöffnetem Schalter S2 wird
425 nun die Verbindung zwischen dem negativen Pol - des Akkumulators und dem zweiten Eingang 2 unterbrochen, so kann kein Strom über den Freilaufkreis FLK zum Verbraucher 5 fließen.

Die Verknüpfungseinheit 9 ist für die folgenden Eingangsgrößen ausgelegt: ein Einschaltsignal des Mikrocontrollers 10
430 (ENA = 0) entspricht einem Low-Pegel am Eingang ENA; ein Ausschaltsignal (ENA = 1) entspricht einem High-Pegel am Eingang ENA. Die Versorgungsspannungsüberwachung 11 liefert am Eingang $U_{E, \text{Reset}}$ ein Signal mit einem High-Pegel, solange die Versorgungsspannung VCC in ausreichender Höhe vorhanden ist.
435 Ein Low-Pegel am Eingang $U_{E, \text{Reset}}$ steht für eine Versorgungsspannung VCC, die unterhalb einem vorgegebenen Spannungsschwellwert liegt.

440 Das vom Mikrocontroller 10 kommende Signal ENA wird in einem ersten Invertierer 13 invertiert und einem UND-Gatter 14 zu-

geführt. Der zweite Eingang des UND-Gatters 14 ist mit dem Ausgang $U_{E, \text{Reset}}$ der Versorgungsspannungsüberwachung 11 verbunden. Der Ausgang des UND-Gatters 14 weist solange einen High-Level auf, solange beide Eingangssignale, d.h. das invertierte Eingangssignal ENA und das Signal der Versorgungsspannungsüberwachung $U_{E, \text{Reset}}$, einen High-Pegel aufweisen.

Die Spannungspegel an den Ausgängen sind wie folgt den Pegeln "Low" und "High" zugeordnet:

Low-Pegel entspricht: $0 \text{ V} < U < 0,4 \text{ V}$

High-Pegel entspricht: $3,7 \text{ V} < U < 4,5 \text{ V}$

(HCMOS-Baustein 74HC mit einer Versorgungsspannung von $V_{CC}=4,5 \text{ V}$)

Das Ausgangssignal des UND-Gatters 14 wird dem Set-Eingang S eines D-Flip-Flops 15 zugeführt. Das Ausgangssignal des ersten Inverters 13 wird über einen Tiefpass, bestehend aus einem Widerstand R6 und einem Kondensator C2 und zwei weiteren Invertern 16 und 17 dem Clock-Eingang CLK des D-Flip-Flops 15 zugeführt. Der invertierte Ausgang \bar{Q} ist auf den D-Eingang D des D-Flip-Flops 15 rückgekoppelt. Der Ausgang Q des D-Flip-Flops 15 ist hier mit der Steuerleitung U_{ST1} verbunden. Liegt nun aufgrund einer Unterspannung ein Low-Pegel am Eingang $U_{E, \text{Reset}}$ an und ist gleichzeitig eine Einschaltanforderung des Mikrocontrollers 10 gesetzt (Low-Pegel am Eingang ENA) so liegt am Set-Eingang S des D-Flip-Flops 15 ein Low-Pegel an. Dies hat zur Folge, dass am Ausgang Q des D-Flip-Flops 15 ein High-Pegel anliegt und der erste Schalter S1 somit ausgeschaltet wird.

In dem Fall, dass der Mikrocontroller 10 einen Abschaltbefehl gibt (High-Pegel am Eingang ENA), so wird der Schalter S1 ebenfalls über dem Set-Eingang S ausgeschaltet. Ein High-Pegel am Eingang ENA hat einen Low-Pegel am Eingang des AND-Gatters 14 zur Folge. D.h. es liegt am Ausgang des AND-gatters unabhängig vom Signal $U_{E, \text{Reset}}$ ein Low-Pegel an. Dies

hat einen High-Pegel am Ausgang Q des D-Flip-Flops 15 zur
480 Folge, wodurch der Schalter S1 ausgeschaltet bleibt.
Das Einschalten des ersten Schalters S1 erfolgt bei einer ne-
gativen Flanke am Eingang ENA, d. h. bei einem Wechsel von
einem High- zu einem Low-Pegel oder bei einer positiven Flan-
ke am Clock-Eingang Clk des D-Flip-Flops. Durch das Tiefpass-
485 filter R6, C2 wird eine Zeitverzögerung des Signals erreicht,
die durch geeignete Wahl des sechsten Widerstands R6 und des
Kondensators C2 so eingestellt ist, dass der High-Pegel am
Set-Eingang S des D-Flip-Flops 15 auf jeden Fall anliegt, be-
vor die positive Flanke des Signals am Clock-Eingang CLK des
490 D-Flip-Flops 15 eintrifft.

Zwischen dem Widerstand R6 und dem Clock-Eingang CLK des D-
Flip-Flops 15 sind zwei Inverter 16, 17 als Schmitttrigger-
Inverter geschaltet, durch den die Flankensteilheit am Clock-
495 Eingang CLK verbessert wird. Alternativ kann anstelle der
beiden Inverter auch ein nichtinvertierender Schmitt-Trigge-
r-Gatter angeordnet sein.

Im Fehlerfall, wenn der Masseanschluss am Steuergerät unter-
500 brochen ist und währenddessen am Ausgang des Mikrocontrollers
10 ein Einschaltsignal ENA (Low-Pegel) anliegt, so wird über
den Set-Eingang S des D-Flip-Flops 15 der erste Schalter S1
wie bereits beschrieben abgeschaltet. Nach dem Abschalten des
Verbrauchers 5 steigt jedoch - wie ebenfalls bereits be-
05 schrieben - die Versorgungsspannung VCC wieder an. Um nun zu
verhindern, dass - nachdem die Versorgungsspannungsüberwa-
chung 11 wieder durch einen High-Pegel anzeigt, dass eine
ausreichende Versorgungsspannung VCC vorhanden ist und somit
der Verbraucher 5 wieder eingeschaltet würde- ein Wiederein-
510 schalten durch den Mikrocontroller erst möglich ist, wenn der
Mikrocontroller 10 am Ausgang ENA ein Abschaltsignal (High-
Pegel) und Anschluss daran ein Einschaltsignal (Low-Pegel)
bereitstellt.

515

Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zum Steuern eines induktiven Verbrauchers, insbesondere Schutzschaltung zum sicheren Betrieb eines induktiven Verbrauchers, die aufweist:
- einen ersten und einen zweiten Eingang (1, 2), wobei der erste Eingang (1) mit einem ersten Potenzial (+) einer Versorgungsspannungsquelle (6) und der zweite Eingang (2) mit einem zweiten Potenzial (-) der Versorgungsspannungsquelle (6) verbunden ist,
 - einen Ausgang (3), an den der Verbraucher (5) angeschlossen ist, wobei der Verbraucher (5) einerseits mit dem Ausgang (3) und andererseits mit dem zweiten Potenzial (-) der Versorgungsspannungsquelle (6) verbunden ist,
 - einen ersten durch ein erstes Steuersignal (UST1) steuerbaren Schalter (S1) zum Ein- und Ausschalten des Verbrauchers (5), der einerseits mit dem ersten Eingang (1) und andererseits mit dem Ausgang (3) verbunden ist,
 - einen Freilaufkreis (FLK), der einerseits mit dem zweiten Eingang (2) und andererseits mit dem Ausgang (3) verbunden ist und einen zweiten Schalter (S2) aufweist, und
 - eine Überwachungseinheit (8, 11), die ein Potenzial (UA) im Freilaufkreis (FLK) überwacht und den zweiten Schalter (S2) in Abhängigkeit von diesem Potenzial (UA) über ein zweites Steuersignal (UST2) ein- und/ oder ausschaltet.
2. Schaltungsanordnung nach 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Überwachungseinheit (8, 11) den zweiten Schalter (S2) beim Unter- oder Überschreiten eines vorbestimmten Spannungsschwellwerts ($U_{A, \text{Min}}$) ein- und/ oder ausschaltet.

3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Überwachungseinheit (8) ein Zeitverzögerungsglied (12) aufweist, das nach Unter- oder Überschreiten des vorbestimmten Spannungsschwellwerts ($U_{A, \text{Min}}$) den zweiten Schalter (S2) nach einer vorbestimmten Zeitdauer (Δt) ein- und/ oder ausschaltet.
4. Schaltungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Überwachungseinheit (8) eine Verknüpfungseinheit (9) mit zwei Eingängen (ENA; UE, Reset) und einem Ausgang (UST1) aufweist, wobei das erste Steuersignal (UST1) vom Pegel und dem zeitlichen Verlauf der Signale an den Eingängen (ENA; UE, Reset) abhängig ist.
5. Verfahren zum Steuern eines elektrischen Verbrauchers, dass die folgenden Schritte aufweist:
- Überprüfen eines Schaltzustands eines ersten Schalters (S1),
 - Vergleichen einer ersten Spannung (U_A) mit einem ersten Schwellwert ($U_{A, \text{Min}}$), wobei abhängig von diesem Vergleich und dem Schaltzustand des ersten Schalters (S1) ein Fehlerfall festgestellt wird und
 - Schalten eines zweiten Schalters (S2) in Abhängigkeit von diesem Vergleich und/ oder dem Schaltzustand des ersten Schalters (S1).
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Schalten des zweiten Schalters (S2) um eine vorbestimmte Zeitdauer (Δt) verzögert wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass der ersten Schalters (S1) einem Fehlerfall durch ein Wiedereinschaltsignal eingeschaltet wird.

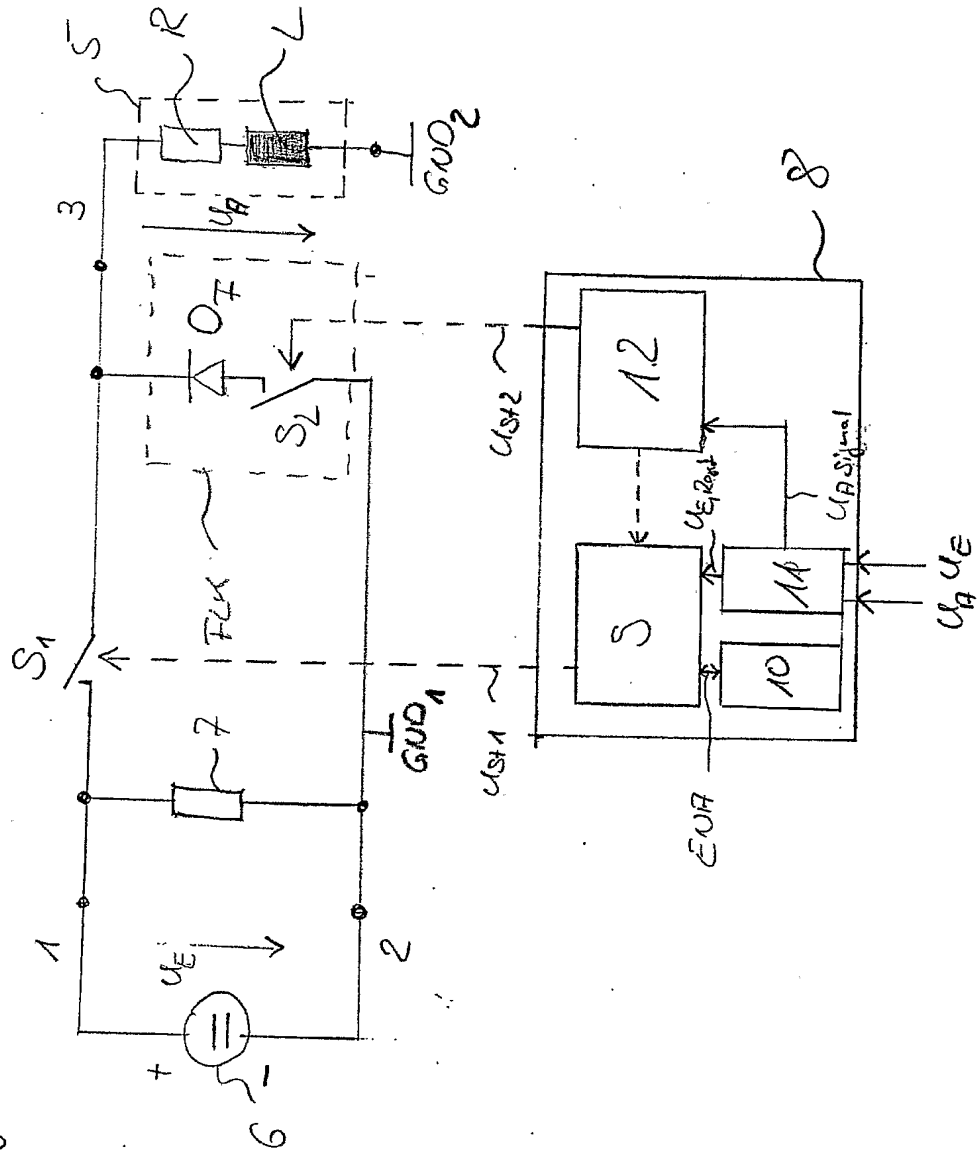
Zusammenfassung

590 Schaltungsanordnung und Verfahren zum Steuern eines indukti-
ven Verbrauchers

Schaltungsanordnung und Verfahren zum Steuern eines indukti-
ven Verbrauchers, insbesondere zum Schutz des Verbrauchers
595 vor unbeabsichtigtem Einschalten. Die Schaltungsanordnung
weist einen Freilaufkreis (FLK) auf, um im Verbraucher (5)
gespeicherte Energie abzubauen. Um bei Unterbrechung der Mas-
seleitung zwischen einem Energiespeicher (6) und der Schal-
tungsanordnung ein versehentliches Einschalten des Verbrau-
600 chers (5) zu verhindern, wird dieser Freilaufkreis (FLK) nach
dem Ausschalten des Verbrauchers (5) nach einer vorgegebenen
Zeit (Δt) unterbrochen. Somit wird ein Aufladen des Verbrau-
chers (5) durch einen Stromfluss vom positiven Pol (+) des
Energiespeichers (6) über die Elektronik (7) der Schaltungs-
605 anordnung und den Freilaufkreis (FLK) verhindert.

Figur 1

Fig. 1



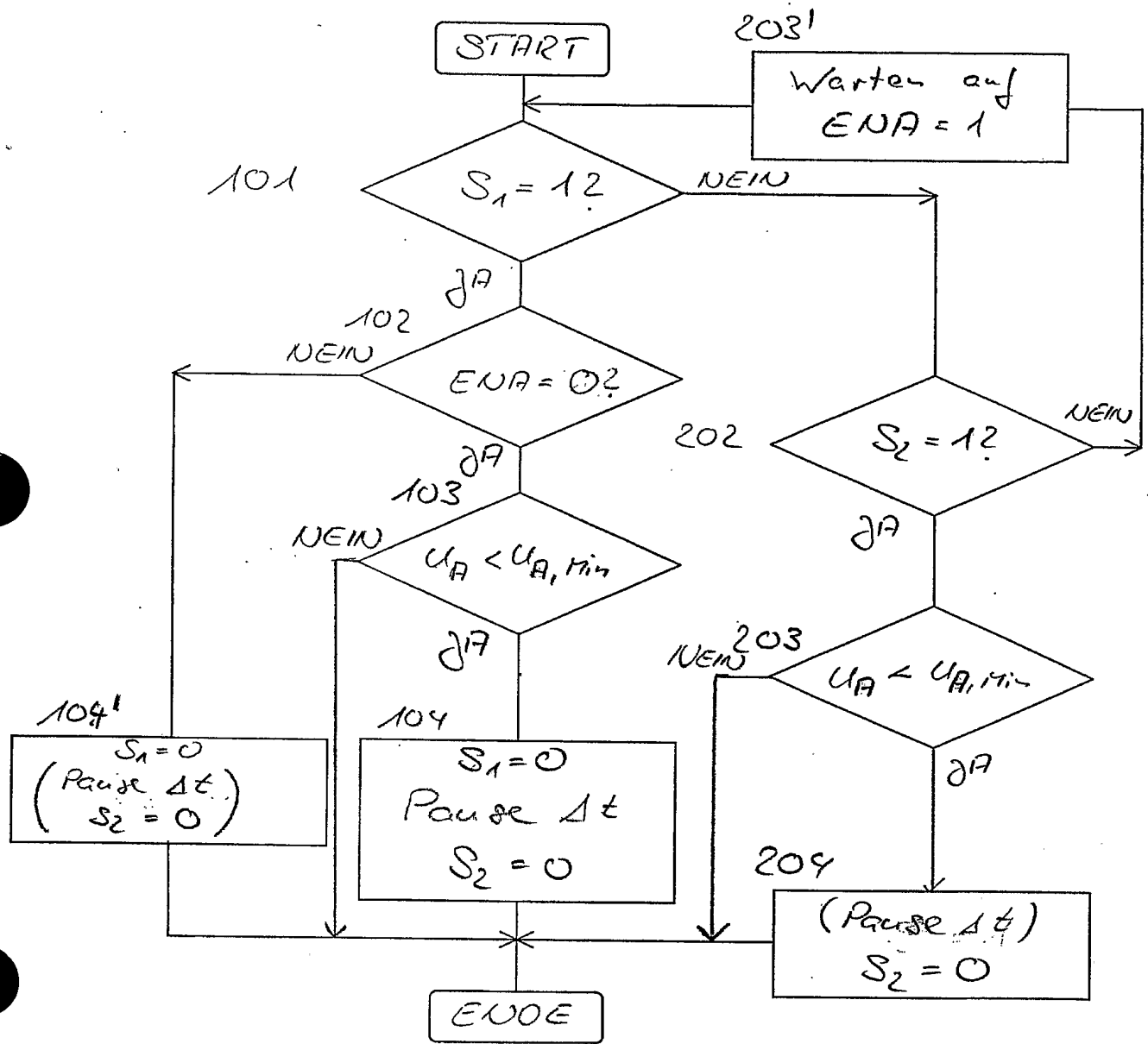


Fig. 3

